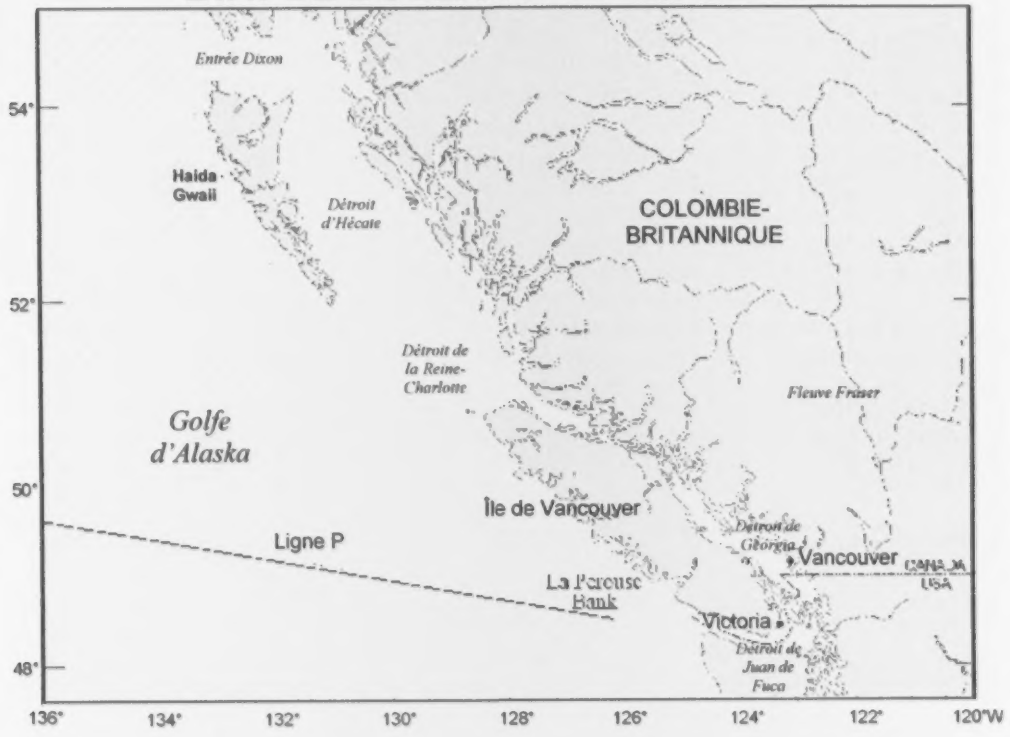
Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Région du Pacifique
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2011/032

ÉTAT DE L'OCÉAN PACIFIQUE 2010



Contexte :

Les eaux canadiennes de l'océan Pacifique, situées dans une zone de transition entre les régions de montée d'eau côtière (courant de la Californie) et les régions de plongée d'eau (courant côtier de l'Alaska), subissent une saisonnalité importante et une forte incidence des eaux douces. La variabilité est étroitement liée aux événements et aux conditions qui règnent dans tout le Pacifique, des tropiques jusqu'aux régions du nord, qui subit de fréquents événements El Niño et La Niña, notamment au cours de la dernière décennie. La région soutient d'importantes populations résidentes et migratrices d'invertébrés, de poisons de fond et pélagiques, de mammifères marins et d'oiseaux marins.

La surveillance des conditions physiques et biologiques de l'océan ainsi que des ressources halieutiques de cette région est effectuée de façon semi-régulière par plusieurs ministères afin que nous puissions comprendre la variabilité naturelle de ces écosystèmes et leur réaction aux facteurs de perturbation d'origine naturelle et anthropique. Ces programmes de surveillance sont soutenus par Pêches et Océans Canada et Environnement Canada. Les personnes qui ont contribué au présent rapport sont membres du groupe de travail sur les pêches et l'océanographie du Centre des avis scientifiques du Pacifique du MPO ainsi que des scientifiques américains qui s'intéressent aux pêches et au climat.

Le présent avis scientifique découle de la réunion régionale sur les avis scientifiques du Secrétariat canadien de consultation scientifique de Pêches et Océans Canada. Toute autre publication découlant de ce processus sera publiée lorsque disponible sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO à l'adresse suivante : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm

SOMMAIRE

- Un nombre quasi-record de saumons rouges retournant frayer dans le fleuve Fraser fut la bonne nouvelle de 2010. Environ 30 millions de saumons adultes ont remonté le fleuve dont 17 millions vers le lac Shuswap. Cette grande remontée se démarque fortement de 2009 ou moins de deux millions de saumons rouges sont retournés au fleuve Fraser. Étant donné la forte variabilité observée au cours des deux dernières années, il s'avère difficile de faire une prévision des retours pour 2011. La prévision du MPO pour 2011 est de 1.0 à 12 millions (probabilité de 10% et 90%) si la faiblesse de la production récente persiste. Dans le cas où la productivité moyenne à long terme du saumon observée l'année dernière et dans les décennies précédentes demeure, ces limites seraient de 1.7 à 15 millions.
- Par ailleurs, un nombre record de calmars de Humboldt est apparu le long de la côte ouest durant l'été 2009 mais, en 2010, pas un seul n'a été observé dans les eaux de la Colombie-Britannique. Quelques explications ont été avancées, mais sans preuve à l'appui.
- Au début de l'année 2010, des conditions météorologiques extrêmes associées à El Niño associées avec de forts vents du sud ont apporté de l'eau chaude et fraîche sur les côtes de l'Oregon et de la Colombie-Britannique. Ces vents diminuèrent en avril et, à l'été, de forts vents du nord provoquèrent une remontée d'eau froide et salée le long de la côte extérieure. La température des eaux intérieures du détroit de Georgia passa de froide à normale ou même chaude en 2010. Les conditions associées à La Niña de la fin 2010 et du début 2011 ont amené des vents de l'ouest plus forts sur l'océan Pacifique et des eaux plus froides le long de la côte. Dans l'ensemble, les conditions froides ont dominé en 2010, et cette année fut la troisième année consécutive de température océanique plus froide que la normale le long de la côte canadienne du Pacifique.
- Au cours de la dernière décennie et demie, l'oscillation décennale du Pacifique et ENSO (El Niño – La Niña) ont varié en phase en accentuant l'influence de l'un et l'autre sur la température océanique de la côte ouest. Tandis que durant les années 1990, les scientifiques attribuaient les changements de température océanique et la composition des espèces soit à l'ODP ou à l'ENSO, ils ont récemment pu utiliser ces indices presque indifféremment pour relier les changements physiques des eaux locales de l'océan aux variations de l'abondance d'une ou plusieurs espèces marines.
- Les chercheurs surveillent l'abondance et les espèces de plancton des eaux locales afin de déterminer la quantité et la qualité de proie pour les plus grosses espèces. Le phytoplancton peut être suivi en mesurant les concentrations de chlorophylle dans l'océan. En 2010, des valeurs généralement faibles de chlorophylle furent observées durant l'été dans la partie sud du détroit de Georgia et dans le détroit de Juan de Fuca, alors que les concentrations de chlorophylle en automne étaient plus élevées dans le détroit de Juan de Fuca et moindrement plus faibles dans le détroit de Georgia en comparaison de la moyenne des années précédentes. On s'attend à ce que le moment de la prolifération printanière dans le détroit de Georgia soit important pour la survie des saumons et harengs juvéniles. Les résultats des modèles numériques de ce détroit donnent à penser que cette prolifération s'est produite à la mi-avril en 2010, par rapport au mois de mars et début avril pour la plupart des années. Le moment dépend des vents locaux et de la couverture nuageuse. Une étude du bras de mer Rivers dans la partie centrale de la C.-B. a démontré que la prolifération printanière peut être poussée hors de ce court bras de mer par des vents de terre. Il se peut que ces vents soient responsables de la prolifération tardive en 2009. Une étude de l'effet de ces vents de terre sur le saumon rouge juvénile local est en cours.
- Les espèces de zooplancton ont tendance à alterner entre les espèces d'eau froide et d'eau chaude selon les variations de la température océanique locale. Des relevés mensuels ont révélé que la composition de copépodes d'eau froide (un type de zooplancton) au large de

l'Oregon arrive au quatrième rang de 15 années d'observations. Cependant, la diversité des espèces de copépodes, ce qui est habituellement en corrélation avec la température océanique, était également élevée en 2010. Ces différentes observations peuvent être attribuées aux eaux océaniques chaudes durant l'hiver et froide durant l'été de 2010. Des relevés semblables en Colombie-Britannique ont révélé plus d'espèces de copépodes d'eau froide.

- Des relevés récents ont indiqué une augmentation de la biomasse de crevettes *Pandalus jordani* au large de la partie centrale de la côte ouest de l'île de Vancouver en 2008, 2009 et 2010 par rapport aux très faibles quantités de 2004 à 2007. Il semble que ces augmentations correspondent à la présence d'eau froide en 2006, 2007 et 2008 durant le stade larvaire des crevettes (il y a 2 ans entre l'éclosion de cette espèce et son recrutement) et à la faible abondance du merlu du Pacifique (un prédateur potentiel de la crevette) observée en mai 2008, 2009 et 2010. Ce relevé en mai nous permet aussi de mieux comprendre les populations de poisson plat résident tel que plie rouge, morue du Pacifique, flétan et plie à grande bouche. Les tendances de biomasse des espèces indicatrices clés de poisson plat ont toutes augmenté en 2010, de même que la biomasse de l'espèce «indicatrice d'eau froide», la goberge de l'Alaska.
- Le merlu du Pacifique du large (*Merluccius productus*) est un stock transfrontalier qui exhibe un comportement migratoire saisonnier, allant des eaux du large et surtout au sud durant la saison de fraye d'hiver jusqu'aux régions côtières entre le nord de la Californie et le nord de la Colombie-Britannique du printemps à l'automne. De fortes classes d'âge récentes (2005, 2006 et surtout 2008) semblent indiquer que la biomasse de géniteurs a rebondi rapidement en 2011 du faible niveau de 2007. Cependant, une grande incertitude entoure l'estimation de la biomasse de géniteurs. Il a été difficile d'évaluer le relevé le plus récent de 2009 sur l'ensemble de la côte, utilisant un sonar pour effectuer l'échantillonnage à bord du navire, en raison de l'abondance du calmar de Humboldt parmi les merlus.
- En règle générale, la biomasse du hareng adulte sur l'ensemble de la côte est faible dans tous les secteurs sauf le détroit de Georgia ou le stock demeure assez abondant par suite d'un niveau quasi record il y a quelques années et des indications d'une forte remontée en 2011. Le nombre de sardines est allé de zéro à plusieurs milliers de tonnes durant les années 1990, mais a sensiblement diminué depuis 2006. On observe un déclin à long terme des populations d'eulakane dans plusieurs rivières à l'intérieur de son aire de répartition qui s'étend de la Californie jusqu'à l'Alaska. Les indices de l'abondance d'eulakane dans les rivières des parties centrale et sud de la Colombie-Britannique demeurent à des niveaux faibles. COSEPAC a récemment évalué l'eulakane et des stocks désignés de certaines rivières de la C.-B. comme étant «menacé» tandis que les populations de certaines autres rivières ont été désignées «en voie de disparition».
- L'abondance du thon blanc dans les eaux côtières de la C.-B. en 2010 fut la deuxième plus élevée depuis 1990, et ils ont été capturés dans des eaux plus froides que les années précédentes.
- Le décompte des oiseaux marins dans la réserve naturelle Pacific Rim de la côte ouest de l'île de Vancouver révèle une augmentation du nombre de plusieurs espèces au cours des cinq dernières années. Cependant, sur l'île Triangle où le succès de la reproduction des oiseaux marins repose principalement sur les conditions océaniques en avril, le taux de croissance moyen des poussins du starique de Cassin était extrêmement faible en 2010 – en fait, nettement le plus faible de la série chronologique de 15 ans. Cette faible croissance est liée à l'arrivée tardive du printemps.
- Plusieurs tendances générales furent mises en évidence par un sommaire des divers stocks de poissons de fond du ZGICNP. Les stocks de gadidés (morue du Pacifique, goberge de l'Alaska, merlu du Pacifique) sont stables ou augmentent. La plupart des espèces de

sébaste sont à un faible niveau d'abondance et certains sont désignées préoccupantes ou menacées par COSEPAC. Les stocks de poissons plats semblent stables. Les stocks de morue charbonnière semblent être stables mais à un niveau d'abondance faible et les stocks de la morue-lingue et d'élasmobranche (par ex. aiguillat commun) semblent également stables.

- Le saumon rouge du détroit de Barkley sur la côte ouest de l'île de Vancouver a connu un taux de survie en mer élevé, une conséquence des eaux océaniques froides lors de leur entrée dans l'océan deux ans plus tôt. Une évaluation des données sur 60 années de l'échappée et des retours vers la côte centrale et la côte ouest de cinq espèces de saumon nous donne à penser que le saumon rose, qui affiche une augmentation importante de l'échappée, prospère dans cette région. Le saumon coho et quinnat sont en plus ou moins mauvais état – la série chronologique indique un déclin important des prises, des retours et de l'échappée du saumon coho et des prises et des retours du saumon quinnat. Des études à plus court terme nous présentent un tableau différent. Par exemple, l'indice d'abondance du saumon quinnat pour les stocks entre la partie sud est de l'Alaska et l'Oregon a augmenté et diminué durant des cycles de 10 à 15 années depuis 1979, et cet indice augmente actuellement par rapport à son niveau bas de 2008.
- Le nombre de certains cétacés à fanons a augmenté depuis le moratoire contre la chasse à la baleine implémenté dans les années 1960. On observe maintenant plus souvent le rorqual à bosse. Les rorquals bleus, communs et boréaux sont observés moins fréquemment.
- Les valeurs de la concentration d'oxygène de la fin d'été dans les eaux de fond à une profondeur de 150 mètres étaient les plus faibles jamais observées en 2006 et 2009 au large du sud-est de l'île de Vancouver. Des concentrations normales ont été observées en 2010. Par contre, les concentrations d'oxygène sont plus basses au large de l'Oregon et de Washington durant la plupart des étés depuis 2002 probablement suite à la remontée d'eau froide provoquée par les vents d'été dans cette région.
- Finalement, les caractéristiques biophysiques ainsi que l'utilisation par l'homme de la côte de la C.-B. sont illustrées sur 260 nouvelles cartes préparées par la Marine Conservation Analysis Project Team de la Colombie-Britannique.

INTRODUCTION/RENSEIGNEMENTS DE BASE

Ce rapport est le douzième d'une série annuelle qui décrit l'état physique et biologique ainsi que de certaines ressources halieutiques des écosystèmes des eaux canadiennes du Pacifique. La région soutient d'importantes populations résidentes et migratrices d'invertébrés, de poissons de fond et pélagiques, de mammifères et d'oiseaux marins. La surveillance des conditions physiques et biologiques de l'océan ainsi que des ressources halieutiques de la région du Pacifique est effectuée de façon semi-régulière par le personnel scientifique de plusieurs ministères, en vue de comprendre la variabilité naturelle de ces écosystèmes et leur réaction aux perturbations d'origine naturelle et anthropique. Ces programmes de surveillance sont soutenus par Pêches et Océans Canada, Environnement Canada, Parcs Canada ainsi que divers autres organismes. Des informations supplémentaires sont fournies par US National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), l'université de Victoria, l'université de Simon Fraser et l'université de la Colombie-Britannique.

L'information recueillie pour ce rapport fut présentée à la réunion annuelle du groupe de travail sur les pêches et l'océanographie à l'Institut des sciences de la mer, Sidney, C.-B., le 24 et 25 février 2011, présidé par Jim Irvine et Bill Crawford de Pêches et Océans Canada. Ce rapport sommaire est produit à partir des contributions des participants.

Plus de détails sont disponibles dans Crawford, W. R. et J. R. Irvine. 2011. État des ressources physiques et biologiques et de certaines ressources halieutiques des écosystèmes des eaux canadiennes du Pacifique en 2010. Secrétariat canadien de consultation scientifique Document de recherche 2011/054 disponible à http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/science/psarc-ceesp/osrs/index-fra.htm

FAITS SAILLANTS DE L'ÉVALUATION

2010 – Chaud et frais, ensuite froid et salé

À la suite de 2009 où les eaux océaniques étaient froides, les eaux côtières canadiennes de l'océan Pacifique étaient plus chaudes et plus fraîches que la normale durant les premiers trois ou quatre mois de 2010 dû à des vents du sud plus forts de l'hiver El Niño. Les eaux sont devenues plus froides et plus salées aux îles Langara et Kains (Figure 1 ci-dessous) et aux autres stations sur la côte extérieure de avril à septembre 2010, en raison de forts vents du nord le long de la côte ouest. Les températures d'été en 2010 à Race Rocks et à la baie Departure dans la mer de Salish étaient plus chaudes que la normale. (Chandler RD2011, p127). Les températures aux îles Langara et Kains se sont plus ou moins réchauffées au cours de l'automne, et ensuite se sont refroidies à la fin de 2010 et en 2011.

Les eaux avoisinantes du détroit de Georgia se sont réchauffées à la plupart des profondeurs durant la première moitié de 2010, après quelques années d'eaux plutôt froides. (Masson, RD2011, p111; Dewey RD2011, p107).

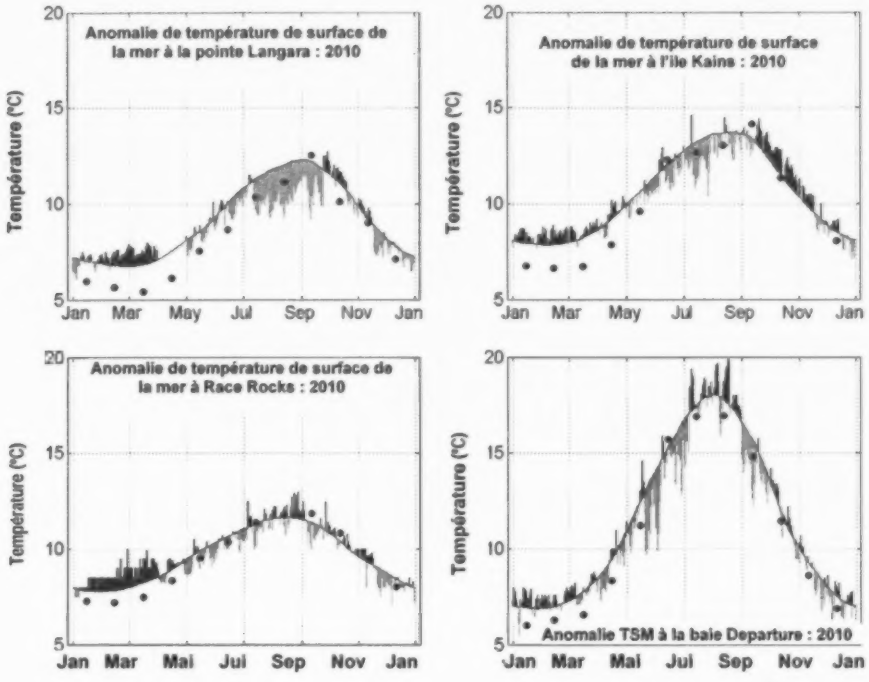


Figure 1. Température de surface de la mer aux stations de phare et côtières (Chandler RD2011, p127). L'île Langara est située au large de la pointe nord ouest de Haida Gwaii; l'île Kains est située au nord ouest de l'île de Vancouver; Race Rocks se trouve sur la côte nord du détroit de Juan de Fuca; la baie Departure est à Nanaimo dans le détroit de Georgia. Rouge indique des températures supérieures à la normale; bleu indique des températures inférieures à la normale et les points noirs représentent les anomalies mensuelles de température observées en 2009.

Les régimes climatiques d'hiver et d'été en 2010 sont présentés à la Figure 2. Un système de dépression intense des Aléoutiennes s'est formé en janvier et février 2010 (Hourston et Thomson, RD2011, p40). La plus basse pression atmosphérique à son centre était d'environ 14 millibars de moins que la normale de janvier. Parce que le vent souffle autour de la dépression dans le sens anti-horaire, les vents côtiers étaient plus forts que la normale, et ont poussé de l'eau relativement chaude et fraîche vers la côte.

C'est ce système d'air chaud qui fut responsable de la fonte de beaucoup de neige en janvier et février, tout juste avant les Jeux olympiques d'hiver de 2010 à Vancouver.

Les vents d'hiver plus forts tournant dans le sens anti-horaire au centre de la dépression des Aléoutiennes ont entraîné l'apport d'eau froide et salée vers la surface de l'océan dans le centre du golfe de l'Alaska. Ceux-ci ont produit une couche d'eau salée entre 90 et 150 m de profondeur, à travers ce golfe. (Freeland, RD2011, p28; Robert *et al.* RD2011, p31).

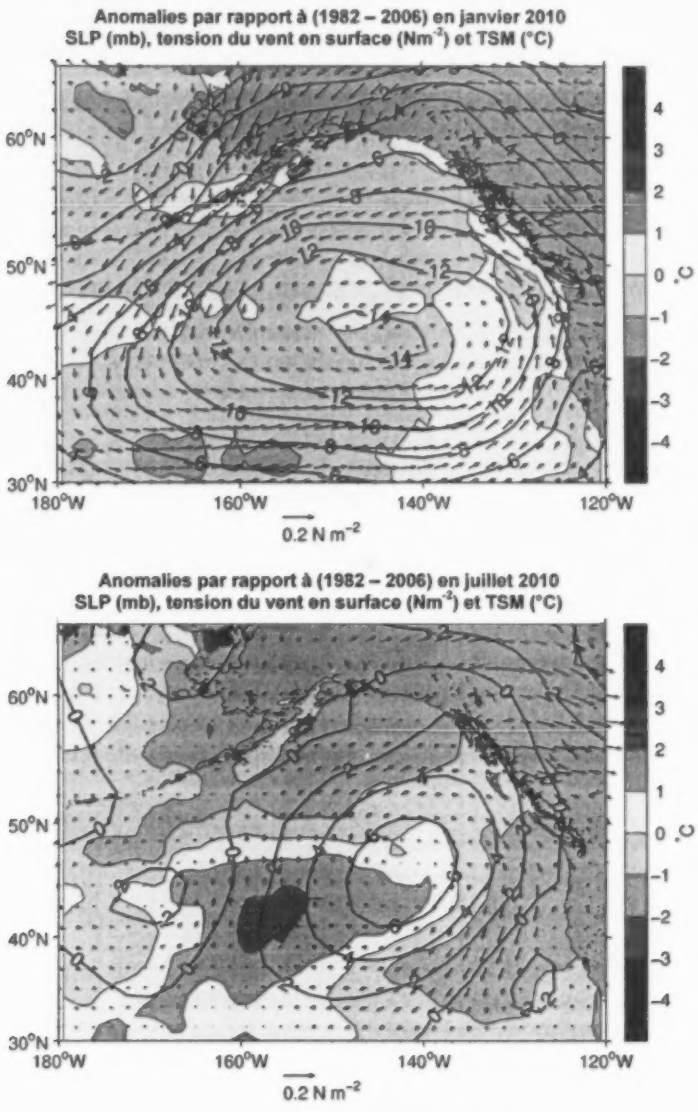


Figure 2. (de Hourston et Thomson, RD2011, p40) Anomalies de pression atmosphérique, de vent et de température océanique en janvier 2010 (panneau supérieur) et juillet 2010 (panneau inférieur). Les courbes de niveau noires indiquent les anomalies de pression atmosphérique en mbars. Les flèches affichent les anomalies de la tension du vent en Nm^{-2}. Les couleurs montrent les anomalies de température de surface de la mer en°C.

Un système météorologique inverse s'est implanté en juillet 2010. En été, le système anticyclone du Pacifique Nord s'étend d'habitude vers le nord jusqu'au golfe de l'Alaska. En juillet, ce système s'est déplacé plus loin vers le nord que la normale, et s'est renforci, alors les vents normalement faibles venant du nord furent beaucoup plus forts le long de la côte de la C.-B et sur la côte nord des É.-U., tel qu'indiqué à la Figure 2, panneau inférieur. Au début de l'année 2011, des conditions typiques d'un système météorologique La Niña se sont établies, avec de très forts vents de l'ouest dans le golfe de l'Alaska et des températures océaniques côtières plus froides.

2010 - Quelques surprises biologiques

Le saumon rouge du fleuve Fraser

L'événement le plus marquant de 2010 fut les grandes remontées du saumon rouge vers les fleuves Columbia et Fraser et la rivière Okanagan. La remonte du saumon rouge du Fraser fut une des meilleures jamais vues dans les 100 dernières années, ce qui a contribué à une pêcherie abondante au sud de la Colombie-Britannique durant l'été et le début automne de 2010. Les pêches sportives, commerciales et autochtones en ont tous profité. Selon les estimations provisoires, environ 30 millions de saumon rouge (i.e. prises et échappée) ont remonté le fleuve Fraser en 2010, dont 17 millions de la population du lac Shuswap. Ceci présente un contraste marqué avec la baisse presque record (~1.3 million) des retours de l'année précédente (2009) qui se situait à l'extrémité inférieure de la distribution des prévisions.

Le productivité du saumon rouge du fleuve Fraser en 2009 fut parmi la plus faible jamais enregistrée dans plus d'une décennie de diminution systématique de la productivité affiché par la plupart des stocks. Pour la plupart des saumons rouges du fleuve Fraser, quatre années s'écoulent entre l'œuf et le retour de l'adulte pour frayer. Au cours de ces années, il existe très peu d'observations lors de l'éclosion, la croissance en eau fraîche, l'entrée dans l'océan et le voyage dans l'océan Pacifique du nord-est. Les scientifiques prédisent le nombre de poissons au retour en utilisant le nombre de géniteurs quatre années plus tôt. L'incertitude liée aux prévisions serait réduite si le rapport entre les retours d'adulte et les géniteurs de la génération (parentale) précédente (i.e. productivité) demeurerait constant au cours des années. Cependant, dès les années 1950 et 1960, ce rapport a diminué pour plusieurs stocks et a surtout diminué en 2009.

Étant donné la diminution systématique de la productivité au fil du temps et la productivité particulièrement faible en 2009, une prévision basée sur l'hypothèse de faible productivité récente du stock a été recommandée par le MPO pour 2010; une prévision basée sur l'hypothèse de productivité moyenne à long terme des retours pour 2010 a aussi été présentée mais n'était pas considérée la plus crédible par le MPO. Les remontées de saumon rouge du fleuve Fraser en 2010 s'affichent à l'extrémité supérieure de la distribution des prévisions recommandée. La plupart des stocks se situaient au milieu de la distribution des prévisions basées sur l'hypothèse de productivité moyenne à long terme. Parmi les quelques exceptions, il convient de mentionner les stocks du lac Shuswap qui ont affiché une productivité exceptionnellement élevée en 2010 (Grant RD2011, p125).

La prévision recommandée pour la remontée du saumon rouge du fleuve Fraser en 2011 repose de nouveau sur l'hypothèse que les conditions de faible productivité récente se maintiendront. Dans le cadre de ce scénario, il existe une chance sur dix (probabilité de 10%) que la remontée soit égale ou inférieure à 1.0 million et neuf chances sur dix qu'elle soit égale ou inférieure à 12.1 millions. La valeur médiane de cette distribution se situe à 3.2 millions (une chance sur deux que la remontée soit inférieure ou supérieure à cette valeur). Dans le cadre de l'autre hypothèse moins probable que les conditions de productivité moyenne à long terme persistent, il existe une probabilité de 10% que la remontée soit égale ou inférieure à 1.7 millions, une probabilité de 90% qu'elle soit égale ou inférieure à 15.1 millions et une probabilité de 50% qu'elle soit égale ou inférieure à 4.6 millions (Figure 3).

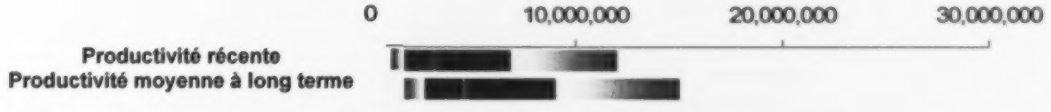


Figure 3. (de Grant, RD2011, p125) Les distributions de probabilité des prévisions en 2011pour l'ensemble des stocks de saumon rouge du fleuve Fraser. Les barres horizontales noires représentent la fourchette de distribution de probabilité entre 25% et 75%, le niveau de probabilité de 50% est représenté par une ligne blanche verticale et les barres horizontales bleues (plus claires) représentent la fourchette de distribution de probabilité entre 10% et 90%. Différentes distributions sont présentées pour les deux scénarios de prévision: «productivité récente» et «productivité moyenne à long terme».

Ill est évident que nous sommes dans une période de grande incertitude concernant la prévision des remontées de saumon rouge du fleuve Fraser. La commission Cohen examine tous les aspects de la santé du saumon rouge du fleuve Fraser, surtout les faibles remontées de 2009 et les fortes remontées de 2010. La commission Cohen continue de travailler afin de mieux comprendre les facteurs influant sur la productivité du saumon rouge du fleuve Fraser.

Calmar de Humboldt

La disparition complète des calmars de Humboldt de la C.-B. fut la deuxième surprise d'envergure (Forrest *et al.* RD2011, p89). Ces envahisseurs arrivèrent du sud au début des

années 2000 et atteignirent un nombre maximal durant l'été 2009, s'étendant le long de la plate-forme continentale de la C.-B. où des tonnes furent capturées lors de plusieurs des relevés au chalut d'été visant le merlu. Durant les décennies précédentes, ils étaient cantonnés en majeure partie dans les eaux de l'Amérique Centrale et du Mexique. En 2010, ils ne furent observés que dans les eaux du sud de l'Oregon et cette répartition peut être expliquée en partie par les caractéristiques océaniques telles que la concentration d'oxygène et la température.

Liens biologiques entre le moment de la prolifération printanière et la production de poisson et d'oiseau

Le phytoplancton constitue une nourriture principale pour le zooplancton duquel, à son tour, se nourrit un grand nombre d'espèces dans l'écosystème y compris saumons et oiseaux. Dans certaines zones côtières de la C.-B., la prolifération printanière du phytoplancton est suivie de près par la prolifération du zooplancton (Allen *et al.* RD2011, p116). Le rôle que jouent les éléments nutritifs, la température, la lumière et le vent dans la détermination du moment et de l'intensité des proliférations printanières ainsi que les liens avec les éléments plus hauts dans la chaîne alimentaire sont des sujets courants de recherche présentés cette année à l'atelier de travail sur l'état de l'océan.

La concentration en chlorophylle mesurée à partir de navires de recherche permet d'obtenir une estimation fiable de la concentration de phytoplancton dans l'océan. Peña (RD2011, p113) nous informe que les concentrations de chlorophylle dans le détroit de Georgia sont généralement élevées et variables au printemps, faibles durant l'été et l'automne et les plus faibles durant l'hiver. Au printemps, les concentrations de chlorophylle dans le détroit de Juan de Fuca sont habituellement plus faibles que dans le détroit de Georgia, peut-être à cause du fort mélange vertical, mais les suivent de près pendant les autres saisons. En 2010, les concentrations de chlorophylle se rapprochaient en général de la moyenne de 2004-2009. Par contre, les concentrations de chlorophylle d'été furent plutôt faibles au sud du détroit de Georgia et dans le détroit de Juan de Fuca tandis que les concentrations d'automne furent plus élevées dans le détroit de Juan de Fuca et légèrement plus faibles dans le détroit de Georgia par rapport à celles observées dans les années précédentes. L'échantillonnage à partir de navire de recherche révèle que les diatomées ont tendance à dominer les populations de phytoplancton dans le détroit de Georgia durant le printemps et les dinoflagellés sont les plus nombreux en été.

Allen *et al.* (RD2011, p116) utilise un modèle biophysique pour prédire les proliférations printanières dans le détroit de Georgia. Ils définissent la prolifération printanière comme étant la journée où la biomasse maximale de la fleuraison se produit, ce que fut le 16 avril en 2010 (Figure 4). Ce graphique est révélateur car il indique que les concentrations de chlorophylle au fil du temps peuvent être multimodales, et la date du moment de la prolifération peut varier selon la définition adoptée et le type de collecte des données. À plusieurs occasions en 2010, des vents forts ont entraîné l'approfondissement de la couche de mélange, ce qui, en retour, a retardé le développement de la fleuraison.

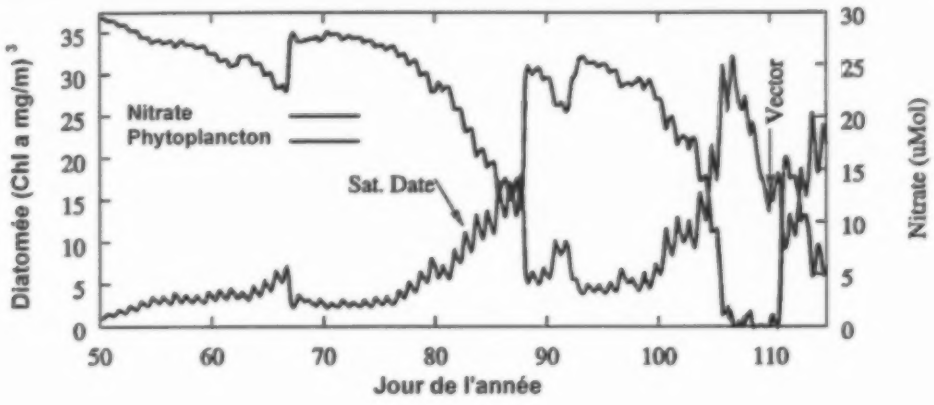


Figure 4 (de Allen et al. RD2011, p116): Série chronologique modélisée pour le printemps de 2010 dans le détroit de Georgia indiquant la chlorophylle a de phytoplancton (en rouge) et le nitrate (en bleu). La prolifération printanière a atteint un niveau maximum au jour 106, le 16 avril. Le jour 82, le 23 mars, est indiqué comme, selon les données satellitaires, le début de la prolifération printanière et le jour 110, le 20 avril, comme le jour où l'échantillonnage à partir du Vector (Peña RD2011, p113), indiqua la fin de la prolifération printanière.

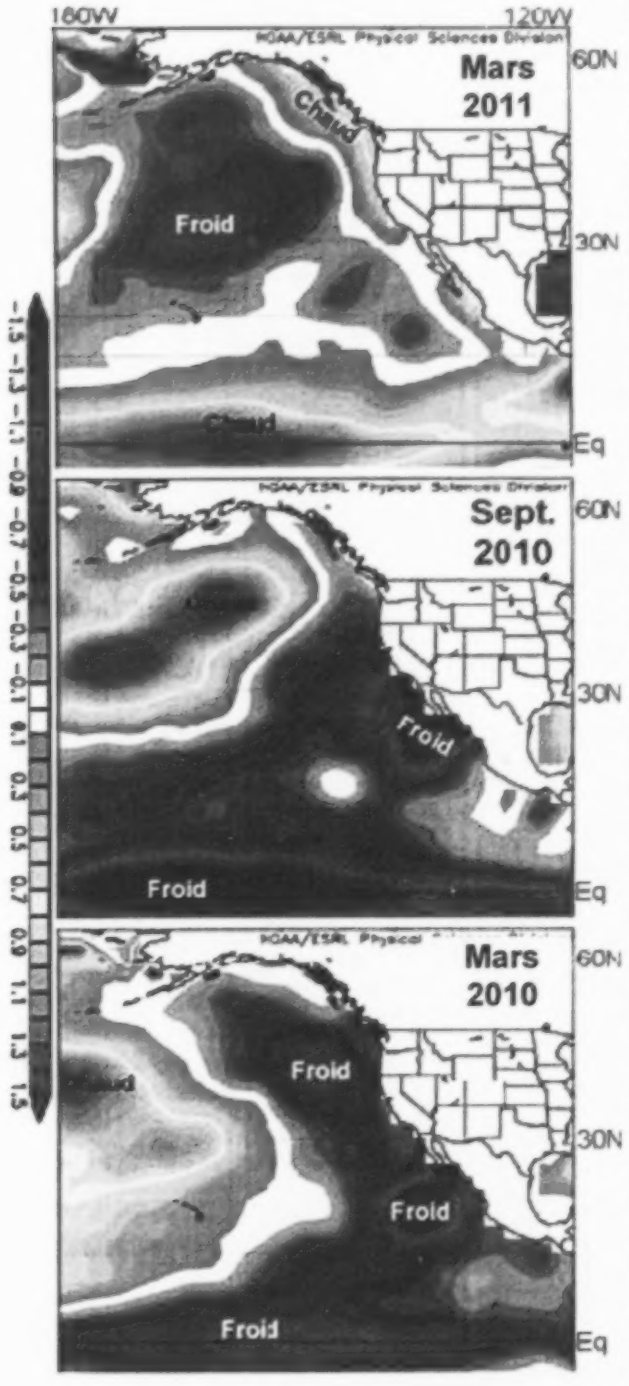
Pawlowicz et al. (RD2011, p137) appliqua le même modèle plus loin au nord, au bras de mer Rivers. Ici, le moment de la prolifération printanière est moins régi par la variation de lumière disponible mais peut être entravé par le mélange engendré par le vent et l'advection. Par exemple, la prolifération printanière en 2009 s'est produite deux semaine plus tard qu'en 2008, manifestement occasionnée par de forts vents de terre tardifs qui déplacèrent hors du fjord les courants de surface riches en phytoplancton, retardant ainsi le début de la prolifération dans le bras de mer. En 2010, il se peut que, dans cette région, les débits fluviaux inférieurs à la normale durant l'été et le printemps (Morrison RD011, p131) aient pu être en partie responsables pour la forte prolifération printanière hâtive déclarée par Pawlowicz et al. (RD2011, p137).

Il est intéressant de noter que les eaux riches en plancton provenant du bras de mer Rivers pourraient assurer la nourriture nécessaire aux oiseaux marins et au saumon dans le détroit de la Reine-Charlotte. Selon Hipfner (RD2011, p142), le taux de croissance moyen du zooplanctivore starique de Cassin sur l'île Triangle était extrêmement faible en 2010 - en fait, nettement le taux le plus faible de la série chronologique de 15 ans. Règle générale, la progéniture du starique croit plus rapidement et est plus lourde lors du premier envol durant les années d'eau froide parce que le moment de leur éclosion est fortement relié temporellement à la phénologie d'une espèce importante de proie, le copépode *Neocalanus cristatus*..

Borstad et al. (2011), à l'aide des mesures de chlorophylle du satellite SeaWifs, établirent un rapport entre la survie des macareux rhinocéros sur l'île Triangle et du saumon rouge du bras de mer Smith avoisinant et les concentrations de chlorophylle au printemps telles que mesurées par satellite. Irvine et al. (2010) prédirent la survie en mer du saumon rouge retournant au lac Chilko en 2010 et 2011 en utilisant une forte corrélation entre les concentrations de chlorophylle au printemps et la survie en mer du saumon rouge des années précédentes. Les taux de survie en mer mesurés pour les poissons retournant en 2010 se situèrent à l'intérieur de l'intervalle de prévision, les taux de survie prédits pour les poisons retournant en 2011 sont faibles (~2%).

Gower (RD2011, p26) suit les concentrations de phytoplancton des eaux de surface du golfe de l'Alaska à l'aide d'images satellitaires de chlorophylle. Les mesures au cours des treize dernières années ont révélé une prolifération considérable de phytoplancton à la fin de l'été 2008. La disponibilité du fer limite normalement la croissance du phytoplancton dans le golfe et

on croit que le fer contenu dans la poussière répandue sur le golfe par un volcan alaskien a déclenché cette prolifération en 2008 (Hamme *et al.* 2010). Cette prolifération n'est pas réapparue durant les étés de 2009 et 2010.



Pour conclure, le moment de la prolifération printanière joue un rôle important dans notre écosystème marin côtier, quoique l'importance relative de la lumière, du vent et l'apport d'eau douce varie selon les régions.

Établir un lien entre les changements climatiques et les niveaux trophiques inférieurs

Changements rapides de température dans l'océan Pacifique

Figure 5. (de (Crawford et al. RD2011, p18). Anomalies de température océanique en mars 2010 (panneau supérieur), septembre 2010 (panneau du milieu) et mars 2011 (panneau inférieur). La carte couvre l'Amérique du Nord vers l'ouest jusqu'à 180°Ouest, et de 5°Sud jusqu'à 65°Nord. L'Équateur est indiqué par une ligne noire horizontale dans la partie inférieure de chaque graphique. L'échelle des anomalies en °C est indiquée à gauche. Les anomalies de températures positives et négatives sont marquées chaudes et froides, respectivement. Images fournies par NOAA.

Les changements récents de la température océanique de l'océan Pacifique Est sont affichés dans les trois panneaux de la Figure 5. L'ombrage coloré indique la température par rapport à la moyenne de 1971 à 2000 pour ce mois. Veuillez remarquer que la température absolue de surface des eaux de la C.-B. pendant une journée chaude en mars est encore plus froide que la température en mer d'un septembre froid. En 2010, les eaux plus chaudes que la normale à l'ouest de l'Amérique du Nord faisaient partie du réchauffement côtier provoqué par des vents du sud plus forts durant cet hiver El Niño. Les anomalies chaudes firent place à des anomalies plus froides en septembre 2010, causées par de forts

vents dominants du nord le long de la côte ouest durant l'été. En mars 2011, des eaux plutôt froides ont été observées tout au long de la côte ouest et de l'Équateur, à la suite des vents de La Niña (Crawford *et al.* RD2011, p18).

El Niño fait partie d'un phénomène d'ensemble du Pacifique associé aux vents et à la température. Il est spécifiquement déterminé par les températures océaniques le long du Pacifique équatorial, et est présent lorsque ces températures demeurent supérieures à 0.5°C au dessus de la normale pour plusieurs saisons. Le panneau supérieur de la Figure 5 révèle ce réchauffement, affichant les anomalies de température de mars 2010. Les événements La Niña se produisent lorsque les températures sont inférieures à 0.5°C sous la normale, tel qu'indiqué dans les deux panneaux inférieurs de la Figure 5 pour septembre 2010 et mars 2011.

Les températures le long de l'Équateur et de la côte ouest en mars 2011 étaient similaires à celles de mars 2008 et 2009, typiques des hivers La Niña. Ces températures océaniques sont habituellement établies par des alizés plus forts du nord-est dans l'océan tropique du Pacifique Nord et des forts vents de l'ouest dans le Pacifique subarctique. De la même façon, les chaudes températures océaniques le long de la côte ouest de l'océan Pacifique de l'Amérique du Nord au début de 2010 étaient typique des hivers El Niño. Au début avril de 2011, on prévoyait la persistance du système La Nina en place jusqu'à la fin du printemps de 2011. Les lecteurs peuvent suivre les conditions et prévisions de La Niña sur ce site : NOAA ENSO News.

Le rapport entre les événements ENSO (un terme qui inclut El Niño ainsi que La Niña) et les vents et températures dans le golfe de l'Alaska est devenu plus évident durant la dernière décennie. Un autre indice du climat du Pacifique Nord est l'oscillation décennale du Pacifique (ODP) qui mesure les variations de température dans l'ensemble de cet océan. Ces deux indices, ENSO et ODP, ont varié en phase cette dernière décennie, permettant l'utilisation de l'un au l'autre de ces indices pour relier les changements océaniques à ceux des ressources marines de la côte ouest. Les séries chronologiques de ces indices sont présentées à la Figure 6.

Zooplancton

Les saumons rouges juvéniles dans le détroit de Barkley peuvent s'alimenter d'euphausiacés ayant une longueur de 3 à 5 mm en mai lorsque ces saumons entrent dans l'océan. La faible biomasse du *Thysanoessa Spinifera* de 3 à 5 mm en mai 2010, pourrait entraîner de faibles remontes de saumon rouge d'âge 4 en 2012 et d'âge 5 en 2013 par rapport à la série chronologique. (Tanasichuk RD 2011, p65).

Le nombre total d'espèces de copépodes (un type de zooplancton) a augmenté sur la côte de l'Oregon au milieu de 2010, à la suite du réchauffement au début de 2010 (Peterson RD2011, p61). En retour, ces eaux chaudes ont été provoquées par les vents El Niño de l'hiver 2010. Cette augmentation de la diversité des espèces de copépodes en 2010 est affichée à la Figure 6, ainsi que les changements des 15 dernières années tels que mesurés par des relevés océaniques mensuels.

La Figure 6 affiche l'ODP, l'oscillation décennale du Pacifique de la Figure 4, et le MEI qui est un indice de l'intensité de l'El Niño dans le Pacifique tropical. L'anomalie des espèces de copépodes est dérivée du nombre de différentes espèces de copépodes recueillies dans les filets au cours des relevés mensuels. Ce graphique révèle que l'anomalie de la température océanique à la bouée 46050 de NOAA a tendance à changer selon les changements de l'OPD et du MEI. Le nombre d'espèces de copépodes sur la plate-forme de l'Oregon augmente avec la température océanique locale qui, en retour, varie selon l'OPD et le MEI.

Curieusement, malgré un printemps chaud et une forte diversité d'espèces de copépodes, la biomasse d'espèces de copépodes d'eau froide (ou du nord) était élevée, au quatrième rang des 15 années (1996-2010). Cette forte biomasse abondante était constituée en grande partie de copépodes *Pseudocalanus mimus*.

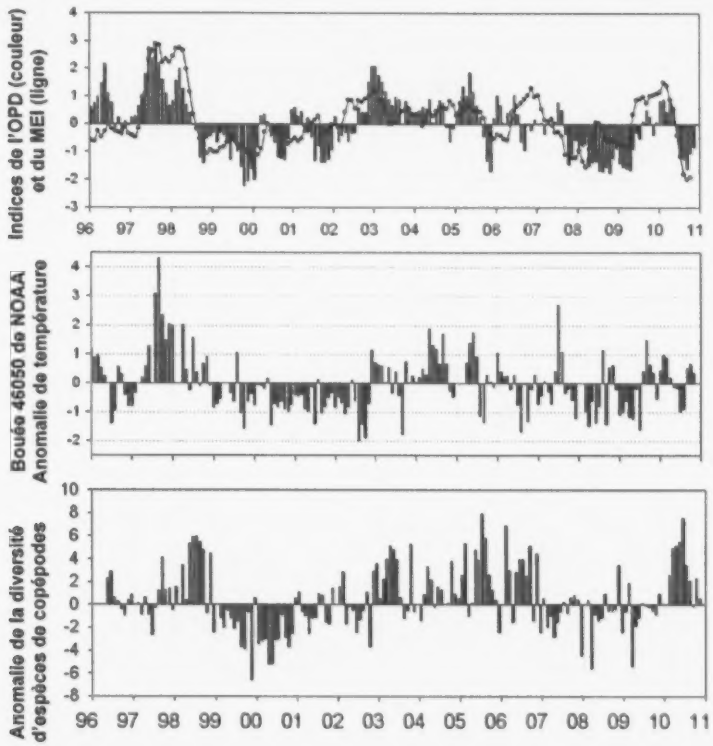


Figure 6. Indices de l'océan et de copépodes sur la plate-forme continentale de l'Oregon (de Peterson RD2011, p61).

Des données issues des relevés de zooplancton réalisés sur la côte extérieure de l'île de Vancouver et dans la région de la ZGICNP (Mackas, Galbraith et Young. RD2011, p57) révèlent l'influence de la température sur les changements des espèces. Les anomalies positives de la communauté de zooplancton d'eau froide au large de la côte ouest de l'île de Vancouver sont associées localement à un taux de survie élevé et une croissance rapide chez le saumon juvénile, morue charbonnière et certains oiseaux marins. Les anomalies de la moyenne annuelle d'espèces de copépodes et de chétognathes d'eau froide sur la plate-forme continentale de l'île de Vancouver restent positives en 2010 à la suite des eaux généralement plus chaudes des trois saisons précédentes, mais la tendance à la baisse persiste par rapport au niveau plus élevé durant les années plus froides de 2007 et de 2008. Par contre, les anomalies des copépodes et des chétognathes d'eau chaude d'origine méridionale sont devenues positives, suivant la tendance à la hausse qui a commencé au milieu de 2009 lors du début du réchauffement associé à El Niño. L'augmentation du nombre d'anomalies annuelles sensiblement positives d'un ou de plusieurs taxons de zooplancton gélatineux depuis environ 2000 constitue une autre indication probante. En 2010, les salpes (herbivores) constituaient l'élément dominant du zooplancton gélatineux au printemps et les méduses (prédateurs de zooplancton crustacé) au milieu et à la fin de l'été.

La composition d'espèces et le moment de la prolifération printanière de la communauté de zooplancton au large du golfe de l'Alaska, tel que prélevée par un enregistreur continu de plancton remorqué par des navires commerciaux, demeura à un niveau près de la normale en 2010 (Batten RD2011, p55). En revanche, les résultants préliminaires montrent de faibles biomasses de zooplancton en 2010.

Les échantillons recueillis lors de divers programmes de recherche à court terme sont utilisés afin de reconstituer une série chronologique de zooplancton pour le détroit de Georgia. Les méthodes d'échantillonnage et la couverture spatiale ont demeuré plus ou moins constantes depuis environ 1990. L'analyse révèle des réactions curieusement différentes de celles au large de la côte (Mackas, Galbraith, Young, Dower, et Li RD2011, p118), tandis qu'elles semblent entretenir un rapport étroit avec les températures de l'eau au-dessous de la surface. Notamment, l'alternance fréquente entre les communautés de copépodes d'eau froide et celles d'eau chaude n'est pas aussi évidente que celle observée récemment sur la plate-forme. Plutôt, ce qui prédomine depuis environ 1999 dans le détroit de Georgia est la diminution de la biomasse de gros copépode qui migrent vers les profondeurs et d'euphausiacés. La population minimum de ces deux taxons observée entre 2003 et 2008 a fait place à un rétablissement partiel en 2009 et 2010.

Crevettes sur la plate-forme de l'île de Vancouver

Un relevé annuel du MPO en mai recueille des échantillons de la crevette *Pandalus jordani* (Perry RD2011, p69). Les relevés récents ont révélé une augmentation de biomasse en 2008, 2009 et 2010, par rapport aux très faibles niveaux entre 2004 et 2007. Ces augmentations semblent être associées aux eaux plus froides en 2006, 2007 et 2008 durant les stades larvaires de la crevette (2 ans entre l'éclosion de cette espèce et son recrutement à l'âge de 2 ans) et à la faible abondance du merlu du Pacifique (un prédateur potentiel de la crevette) observée lors des relevés de mai 2008, 2009 et 2010.

Myes et huîtres de la réserve naturelle Pacific Rim

Toutes les espèces de mye de la réserve naturelle Pacific Rim affichaient des tendances à la baisse soit récentes ou globales pour au moins certaines cohortes de taille (Zharikov et al. RD2011, p95). L'abondance du stock de ces trois espèces s'est avérée très faible au cours des 4 à 5 dernières années et en particulier pour 2010. L'abondance de la variété non indigène d'huître creuse du Pacifique est demeurée stable au cours des 6 dernières années et un nombre moyen a été observé en 2010. Le nombre de la variété indigène d'huître plate du Pacifique a fortement diminué mais est demeuré à des niveaux faibles et variables au cours des 5 années précédentes et à un niveau moyen en 2010.

Variations de l'abondance des poissons, oiseaux et mammifères

Merlu du Pacifique

Le merlu du Pacifique du large constitue la biomasse la plus forte de toutes les espèces de poissons de fond sur la plate-forme continentale de la C.-B. (Forrest *et al.* RD2011, p89). Une nouvelle analyse des données provenant du relevé acoustique de 2009 a été effectuée en 2010 à la suite des problèmes causés par l'arrivée d'un grand nombre de calmars de Humboldt dans les eaux de la C.-B. et ces estimations révisées furent incluses dans l'évaluation des stocks en 2011. Cette analyse indique que le merlu du Pacifique du large a connu une longue période de déclin à partir de la fin des années 1980 passant à un creux en 2000, ce qui a été suivi par une brève période d'augmentation vers un sommet en 2003 lorsque la forte classe d'âge de 1999 a atteint l'âge adulte. Le stock a encore diminué entre 2003 et 2007 mais on estime que la biomasse de géniteurs en 2011 rebondit rapidement en raison des fortes classes d'âge récentes (2005, 2006 et surtout 2008). On estime que le merlu de la classe d'âge de 2008 durant l'hiver froid La Nina constitue la plus forte classe d'âge le long de toute la côte ouest. Cependant, il existe certaines incertitudes liées à cette évaluation, particulièrement en ce qui concerne l'effectif de la classe d'âge de 2008.

Hareng du Pacifique

Le hareng du Pacifique constitue un élément important des pêches commerciales de la Colombie-Britannique (Schweigert et al. RD2011, p78). L'estimation de la biomasse des stocks de hareng du détroit de Georgia et de Prince Rupert était supérieure au seuil ou valeurs limites pour la pêche commerciale et cette pêche commerciale a donc été ouverte durant la saison de pêche de 2010/1011. Les estimations de la biomasse des stocks de hareng de Haida Gwaii, de la Côte Centrale et de la côte ouest de l'île de Vancouver étaient inférieures aux valeurs limites; donc la pêche commerciale dans ces trois régions a été fermée à la pêche au hareng rogué en 2011.

Ces dernières années, on a constaté une baisse du nombre de poissons prédateurs et une augmentation du nombre de la plupart des mammifères marins prédateurs au large de la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV). Cela a entraîné une tendance plus ou moins stable ou moindrement à la baisse du nombre de harengs consommés par des prédateurs depuis 1973 (Schweigert et al. RD2011, p78). À plus court terme, le recrutement du hareng devrait demeurer faible en 2011 car, malgré la faible biomasse en 2008 du merlu prédateur qui s'alimente de poissons, la biomasse de la proie *T. spinifera* était faible durant les trois premières années de vie; il se peut que la faible biomasse de la proie *T. spinifera* en 2010 continuasse à inhiber le taux de recrutement et de croissance des adultes; le taux de survie des adultes en 2010 pourrait diminuer à cause de la faible biomasse de *T. spinifera* (Tanasichuk RD2011, p65).

La biomasse de hareng du détroit de Georgia a atteint des niveaux élevés presque record entre 2002 et 2004, soit plus de 100,000 tonnes. (Schweigert et al, RD2011, p78). Ils s'alimentent l'été le long de la côte sud ouest de l'île de Vancouver. Un bon recrutement a été indiqué pour 2011 par le relevé d'été au chalut effectué au large des côtes et par le relevé visant les harengs juvéniles et les indications préliminaires de la pêche expérimentale en 2001 donnent à penser que le recrutement était fortement élevé. Cependant, leur poids selon l'âge a diminué depuis le milieu des années 1970.

Sardine

En 1992, après une absence de 45 ans, la sardine est réapparue dans les eaux du sud de l'île de Vancouver, se déplaçant des eaux au large de la Californie. En 1998, leur présence s'était étendue vers le nord sur toute la côte ouest de l'île de Vancouver, le détroit Hécate et l'entrée Dixon (Flostrand et al. RD2011, p84). La plus récente évaluation de la sardine effectuée par les E.-U donne à penser que de l'abondance sur l'ensemble de la côte au large du Canada et des É.-U a atteint son sommet en 2000 et, depuis, a baissé pour atteindre environ 700,000 tonnes en 2010. Le taux de migration vers les eaux canadiennes a également diminué depuis 2006.

Eulakane

On a observé un déclin à long terme des populations d'eulakane dans plusieurs rivières situées à l'intérieur de leur aire de distribution, de la Californie jusqu'à l'Alaska (McCarter et al. RD 2011, p87). Les indices d'abondance de l'eulakane dans les rivières de la partie centrale et sud de la Colombie-Britannique demeurent très bas. Les estimations de la biomasse du stock d'eulakane du fleuve Fraser ont diminué en 1994 et, depuis 2004, sont demeurées inférieures au point de référence des captures de 150 tonnes. COSEPAC a récemment désigné l'eulakane comme étant « menacé » dans certaines rivières de la C.-B. tandis que les populations de certaines autres rivières ont été désignées « en voie de disparition ». Un relevé d'œufs et de larves sera effectué en avril-mai de 2011 afin de fournir une estimation de la biomasse dans le fleuve Fraser.

Thon blanc

Le thon blanc, tout comme le merlu du Pacifique, la sardine et plus récemment le calmar de Humboldt, migrent vers les eaux de la C.-B. en été. La moyenne des captures par unité d'effort

(CPUE) du thon blanc dans les eaux côtières de la C.-B. se situait à 87 poissons par jour navire entre 2000-2009 et fut supérieure à la moyenne en 2010 avec 113 poissons par jour navire (Holmes, RD2011, p76). La CPUE de 2010 était au deuxième rang des prises depuis 1990; la plus élevée fut en 2006 à 129 poissons par jour navire. Cette augmentation récente ne semble pas être liée à la température. Les eaux côtières de la C.-B. étaient entre 0.1 à 0.45 C° plus froides que la normale (selon les données de la pointe Amphitrite) pendant la saison de pêche (juillet-octobre) et plus de 80% des captures fut effectué à des températures entre 14 et 16 C°, se démarquant clairement des températures entre 16 et 18 C° des années précédentes.

Poisson plat le long de la côte ouest de l'île de Vancouver

Le relevé annuel de la crevette en mai nous permet aussi de mieux comprendre les populations de poisson plat résident tel que plie rouge, morue du Pacifique, flétan, plie à grande bouche et des espèces pélagiques tel que le merlu du Pacifique (Perry RD 2011, p69). Les tendances de biomasse des espèces indicatrices clés de poisson plat ont toutes augmenté en 2010, de même que la biomasse de l'espèce «indicatrice d'eau froide», la goberge de l'Alaska.

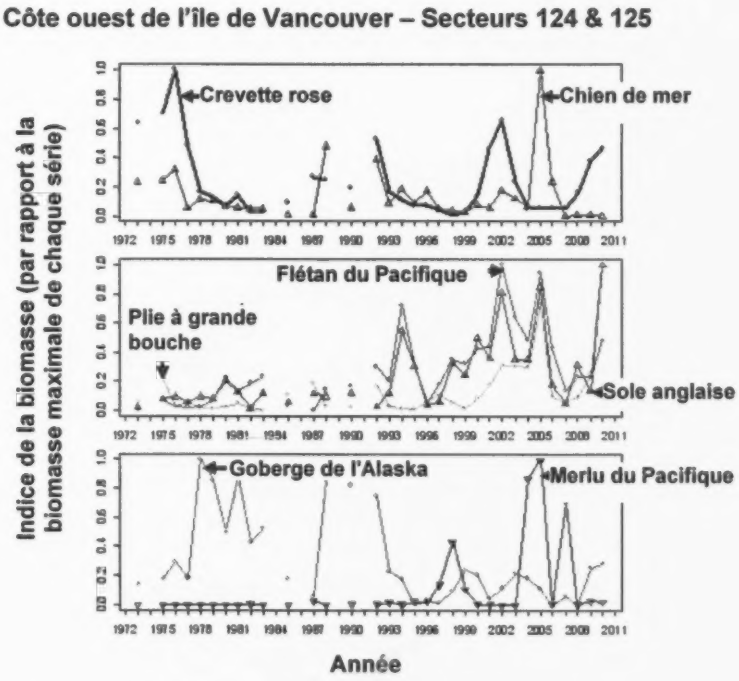


Figure 7. (de Perry, RD2011, p69) Séries chronologiques des prises normalisées (par rapport à la biomasse maximale) provenant des relevés pour crevette rose, chien de mer, flétan du Pacifique, plie à grande bouche, sole anglaise, merlu du Pacifique et goberge de l'Alaska. Le prélèvement a été effectué au mois de mai de chaque année.

Oiseaux marins de la réserve naturelle de Pacifique Rim

Les scientifiques de Parcs Canada ont remarqué que, en 2010, la plupart des espèces d'oiseaux marins dans cette réserve ont connu une des plus fortes abondances (Zharikov RD2011, p95) et que l'abondance de la plupart des oiseaux marins exhibent une tendance nettement ou manifestement positive depuis les dernières 5 années. Les conditions océaniques locales plus froides entre 2007 et 2009 ont favorisé la majorité des espèces. On croit généralement que des eaux côtières plus froides en C.-B. favorisent le transfert d'énergie capté

par le plancton et le zooplancton vers les poissons juvéniles jusqu'aux oiseaux de mer. L'augmentation abrupte de l'abondance ces quelques dernières années, et notamment en 2010, donne à penser que nous observons surtout une réponse cumulative – les oiseaux se rassemblent là où les sources de nourriture sont abondantes.

Poisson de fond

Au cours des 4 dernières années en C.-B., environ 51% des prises au chalut et 67% des autres prises provinrent de la Zone de Gestion Intégrée de la Côte Nord du Pacifique (ZGICNP) qui comprend les eaux côtières du Canada au nord de la péninsule Brooks et de Campbell River dans la partie nord du détroit de Georgia. Workman et Rutherford (RD2011, p144) ont fait la synthèse des données récentes portant sur les prises, l'état du stock et les tendances de l'abondance du poisson de fond dans la région de la ZGICNP. Les stocks de gadidés (morue du Pacifique, goberge de l'Alaska, merlu du Chili) sont stables ou en augmentation. La plupart des espèces de sébastes se situent à de faibles niveaux d'abondance, et certaines ont été désignées comme étant préoccupantes ou menacées par le COSEPAC. Les stocks de poissons plats semblent stables. Les stocks de morue charbonnière semblent stables, mais leur abondance est faible. Les stocks de morue-lingue et d'élasmobranche (p. ex. aiguillat commun) semblent également stables.

En général, l'état de l'ensemble des groupes d'espèces présentes dans les eaux de la Colombie-Britannique peut être décrit de la façon suivante. Dans la mesure du possible, l'état des stocks de poissons de fond est maintenant caractérisé par rapport à des points de référence de la pêche liés d'ordinaire à la biomasse cible assurant un rendement maximal soutenu (B_{RMS}). Pour établir des points de référence fondés sur la B_{RMS}, on désigne une zone critique, de prudence et saine par rapport à l'abondance du stock selon un point de référence limite (p. ex. 0,4 B_{RMS}) et un point de référence supérieur (p.ex. 0,8 B_{RMS}) fondés sur le Cadre pour la pêche durable du MPO (MPO, 2009). Les évaluations des stocks récentes des populations d'aiguillats communs (*Squalus acanthius*) des eaux intérieures et extérieures (MPO, 2010) et de morues charbonnières (*Anoplopoma fimbria*) (MPO, 2011) sont accessibles sur le Calendrier des avis scientifiques du MPO à l'adresse : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm. Les évaluations du sébaste à longue mâchoire (*S. alutus*), de la population de sébastes aux yeux jaunes des eaux intérieures et de quatre stocks de morue-lingue des eaux extérieures (*Ophiodon elongatus*) seront publiées bientôt.

En 2010, on a estimé que l'état de la population de sébastes aux yeux jaunes des eaux intérieures était bien en deçà du point de référence limite de 0,2 de la biomasse non exploitée, après une longue période de déclin observée depuis le milieu des années 1980; par conséquent, le stock se situe très vraisemblablement dans la zone critique. En 2010, on a estimé que l'abondance de quatre stocks de morue-lingue du large était supérieure au point de référence cible de la B_{RMS}; par conséquent, les stocks se situent vraisemblablement dans la zone saine. L'ajustement du modèle d'évaluation de stock aux données historiques indique qu'on estime actuellement que la biomasse du stock reproducteur de morue charbonnière est inférieure à la B_{RMS}, et que le stock se situe entre le milieu et la limite supérieure de la zone de prudence et la limite inférieure de la zone saine. Le taux d'exploitation de morue charbonnière de taille règlementaire se situe près du taux de prélèvement au rendement maximal soutenu, U_{RMS}, en raison de la série de réductions du quota découlant du déclin de l'abondance, lequel quota est passé de 4 600 t à 2 300 t entre 2007 et 2010. La biomasse du stock reproducteur du sébaste à longue mâchoire a modérément augmenté par rapport au creux historique observé en 2006; la biomasse du stock reproducteur au début de 2011 affiche une probabilité élevée de se situer au-dessus du point de référence limite de 0,4 B_{RMS}, et le stock semble se situer entre la zone de prudence et la limite inférieure de la zone saine. Aucune préoccupation immédiate concernant la conservation n'a été soulevée pour les populations d'aiguillats communs des

eaux intérieures et extérieures; on a appliqué des points de référence de substitution fondés sur les prises historiques plutôt que des points de référence fondés sur la B_{RMS}.

Le pèlerin est la seule espèce de poisson de fond qui a été désignée comme étant en voie de disparition par le COSEPAC. Parmi les espèces désignées comme étant menacées, mentionnons le bocaccio (*Sebastes paucispinous*), le sébaste canari (*S. pinniger*), le sébaste à dos épineux (*S. maliger*) et le sébaste à bouche jaune (*S. reedi*). Les espèces désignées comme étant préoccupantes comprennent le sébaste tacheté (*S. crameri*), les populations de sébastes aux yeux jaunes des eaux intérieures et extérieures (*S. ruberrimus*), le sébastolobe à longues épines (*Sebastolobus altivelis*) ainsi que les espèces jumelles, soit le sébaste à œil épineux (*S. aleutianus*) et le sébaste à taches noires (*S. melanostictus)* (COSEPAC, 2011).

Stocks indicateurs du saumon rouge

La remontée du saumon rouge du fleuve Fraser en 2010, décrite au début de ce rapport, s'est avéré le grand événement de l'année. Nous présentons ici des informations au sujet des autres stocks de saumon. Dans chacune des cinq régions de la Colombie-Britannique, il existe au moins un stock de saumon rouge qui a été suivi de près depuis plusieurs décennies et qui sert d'indicateur pour cette région (Hyatt et al. RD2011, p157). Deux de ces régions sont situées sur la côte extérieure de la Colombie-Britannique dans la partie est du détroit de la Reine-Charlotte et le long de la côte ouest de l'île de Vancouver, et, dans ces deux régions, un meilleur taux de survie en mer se produit durant les conditions La Niña lorsque les eaux océaniques froides sont présentes durant les premiers mois de l'entrée en mer des juvéniles.

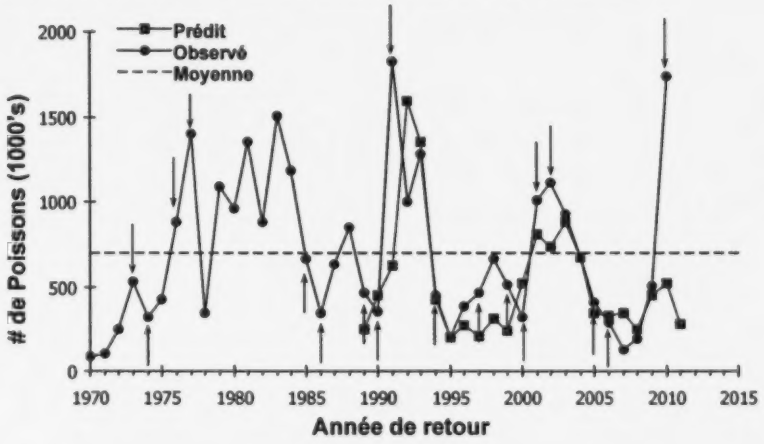


Figure 8 (de Hyatt et al. RD2011, p157). Les remontées de saumon rouge prédites et observées du détroit de Barkley entre 1970 et 2011. Les flèches indiquent les retours d'adulte deux années après des événements soit de La (vert, océan froid) ou d'El (rouge, océan chaud), classifiés par NOAA comme étant modéré à fort www.qgweather.com/enso/oni.htm). Les flèches indiquent les retours d'adultes deux années après leur entrée dans l'océan durant laquelle les saumons juvéniles ont subi un événement donné d'ENSO.

Le stock indicateur de saumon rouge du détroit de Barkley révèle cette réaction à la Figure 8, où les retours élevés se produisirent deux ans après les événements La Niña et très élevés à la suite des épisodes La Niña forts en 1989 et 2008. Il se peut que la formule de prévision requière un ajustement durant les années d'épisode La Nina fort lorsque les eaux locales sont notamment froides. Le saumon rouge du bras de mer Smith est le stock indicateur du détroit de la Reine-Charlotte. Un effondrement de sa population s'est produit au début des années 1990 et, malgré que leur survie en eau fraîche ait connu une amélioration depuis 1995 par rapport

aux vingt années précédentes, la survie en mer a chuté au début des années 1990, est demeuré faible et le stock ne s'est pas rétabli depuis lors.

Saumon de la côte centrale et de la côte nord (ZGICNP))

Les formations temporelles et l'état de l'abondance ont été étudiés pour le saumon de la ZNICNP (Irvine et al. RD2011, p154). Afin de réduire l'influence des saumons migrant à travers la ZNICNP sur l'analyse, on a exclu les données sur les prises des régions connues pour avoir un grand nombre de saumon migrant. Les données sur l'échappée provinrent de tous les basins hydrographiques à l'intérieur de la ZNICNP. L'analyse des données sur la remontée du saumon vers la ZGICNP révèle des différences intéressantes entre les remontées totales (i.e. total des prises et échappée ajustée pour tenir compte des années et cours d'eau manquants) d'une espèce à l'autre (Figure 9).

Il semble que le saumon rose prospère dans cette région tandis que les saumons coho et quinnat sont en plus ou moins mauvais état. Le saumon rose est la seule espèce qui a connu des augmentations sensibles depuis 1952 (nombre de géniteurs seulement). Lorsque les scientifiques ont comparé les valeurs moyennes durant la décennie la plus récente aux moyennes historiques, les prises et retours récents étaient plus faibles pour toutes les espèces sauf le saumon rose. Le saumon rose s'avère être également la seule espèce dont l'échappée de la décennie précédente est nettement plus élevée que dans le passé. Depuis 1952, les déclins ont été marqués pour les prises, l'échappée de géniteurs et les retours du saumon coho, les prises et les retours du saumon quinnat et l'échappée de géniteurs du saumon kéta (Irvine et al. RD2011, p154).

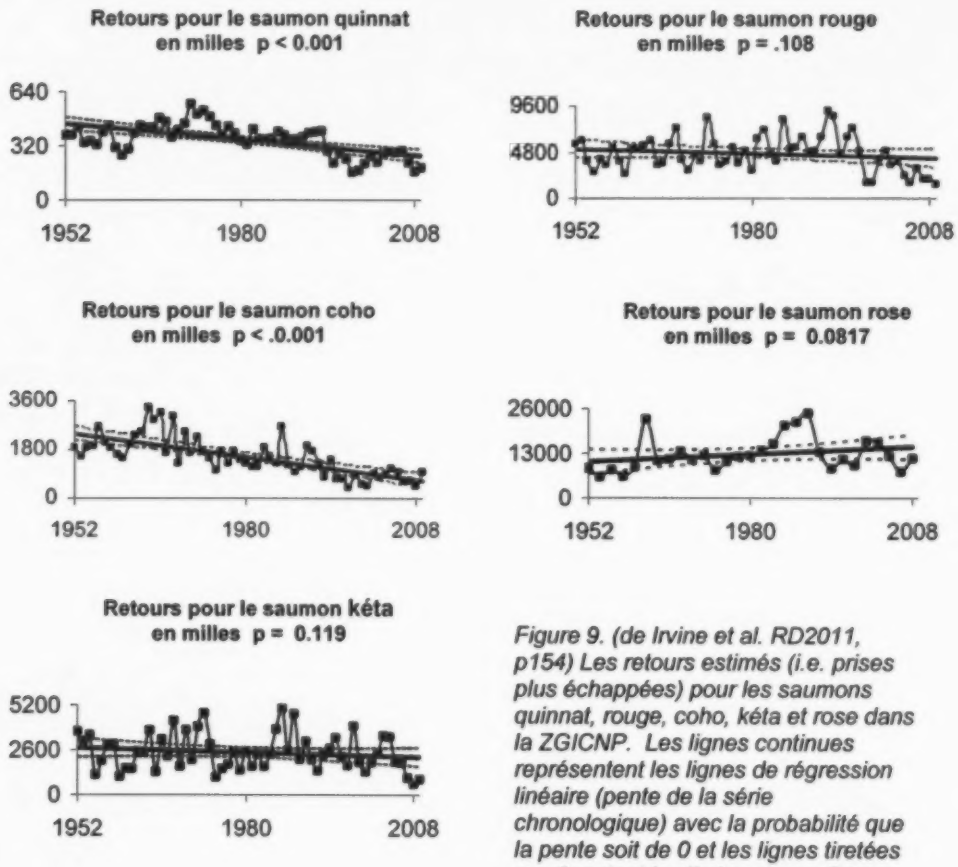


Figure 9. (de Irvine et al. RD2011, p154) Les retours estimés (i.e. prises plus échappées) pour les saumons quinnat, rouge, coho, kéta et rose dans la ZGICNP. Les lignes continues représentent les lignes de régression linéaire (pente de la série chronologique) avec la probabilité que la pente soit de 0 et les lignes tiretées représentent les limites de confiance de 95% pour ces lignes.

Saumon quinnat

En vertu du Traité sur le saumon du Pacifique (TSP), 30 groupements de stocks de saumon quinnat et 25 pêcheries réparties entre le sud est de l'Alaska et le nord de l'Oregon sont gérés annuellement de façon à avoir soit des cibles de débarquement projetées ou soit une limite selon des taux d'exploitation maximale admissible. Les estimations d'échappée ou de remonte mortelle des poissons adultes pour chacun des groupement de stocks ainsi que l'estimation du nombre de saumons quinnat débarqués ou remis à l'eau dans les pêcheries TSP sont assemblées annuellement et fournissent certaines des données d'entrée importantes à la calibration du modèle du saumon quinnat (CM) pour l'ensemble de la côte. Les stocks du saumon quinnat (composés de poissons sauvages et d'élevage) ainsi que les pêches représentent presque toutes les répercussions sur le saumon quinnat et sur les pêches qui se produisent dans la compétence du TSP (Brown et al. RD2011 p92). Des séries chronologiques d'indice d'abondance sont calculées annuellement et rapportées à la Commission du saumon du Pacifique sous forme de rapports techniques disponible à http://www.psc.org/publications_tech_techcommitteereport.htm#TCCHINOOK).

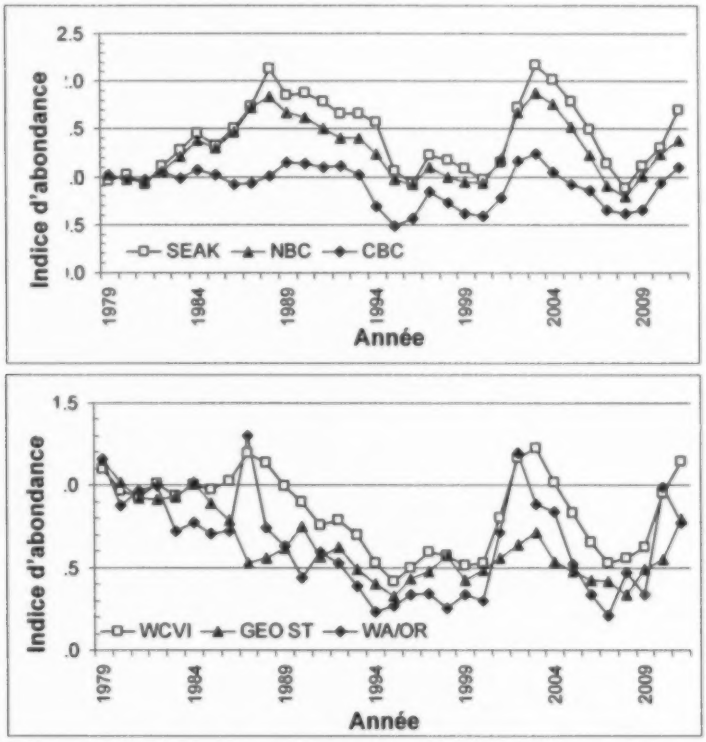


Figure 10. (de Brown et al. RD2011, p92) Série chronologique des indices d'abondance du saumon quinnat. Panneau supérieur: Trois pêches TSP importantes du nord, 1979-2010. Ce sont les pêches à la traîne du sud est de l'Alaska (SEAK), du nord de la C.- B. dans les secteurs statistiques 1-5 (NBC) et de la C.-B. centrale dans les secteurs statistiques 6-12 (CBC). Panneau inférieur: Trois pêches TSP du sud, 1979-2011. Ce sont les pêches à la traîne de la côte ouest de l'île de Vancouver (WCVI), les pêches sportives du détroit de Georgia et du détroit de Juan de Fuca (GEO ST), et les pêches océaniques à la traîne de Washington et du nord de l'Oregon (WA/OR). Les valeurs de 2011 sont des prévisions issues de la calibration de mars 2011 du modèle du saumon quinnat sur l'ensemble de la côte.

Les indices d'abondance sont obtenus en divisant l'estimation de l'abondance annuelle du saumon quinnat d'une pêche par la moyenne calculée pour la période de référence de 1979 à 1982. Cet indice nous permet d'évaluer les tendances temporelles et spatiales de l'abondance relative des stocks de saumon quinnat qui contribuent aux pêches régionales. Le rapport de 2011 projette une augmentation de l'abondance du saumon quinnat pour la plupart des pêches mais une faible baisse pour la pêche à la traîne de Washington et du nord de L'Oregon. Ces modestes augmentations sont occasionnées par la prévision d'une forte abondance pour les stocks du bas Fraser et pour la plupart des stocks du fleuve Columbia qui ont entré en mer en 2008 et ont produit un nombre presque record de grilses de saumon quinnat (la classe d'âge la plus jeune qui a passé du temps en mer) vers les frayères en 2009 et de saumon quinnat d'âge 3 vers les frayères en 2010.

Tendances à long terme

Il existe plusieurs caractéristiques de l'océan qui varient lentement au cours de plusieurs années ou décennies. Malgré qu'il ne soit pas nécessaire de les inclure dans les rapports à toutes les années, elles nécessitent une mise à jour occasionnelle. En voici quelques exemples.

Rétablissement des populations de gros cétacés à fanons

Sept espèces de cétacés à fanons (rorqual bleu, rorqual commun, rorqual boréal, rorqual à bosse, baleine noire du Pacifique Nord, petit rorqual et baleine grise) habitent les eaux du Pacifique canadien et du Pacifique Nord-Est. La chasse à partir du rivage (1905 à 1967) qui visait le rorqual bleu, rorqual commun, rorqual boréal et rorqual à bosse (ainsi que cachalots) a tué au moins 18,316 cétacés à fanons durant cette période (Gregr *et al.* 2000) et a grandement réduit les effectifs (Nichol *et al.* RD2011, p100).

Présentement, le rorqual à bosse est le cétacé à fanons le plus fréquemment observé en C.-B., comptant une population d'environ 2,100 rorquals d'après l'estimation de 2006 (par photo-identification et analyse des données de marquage et de recapture) et affichant un taux de croissance de 4% par année (Ford *et al.* 2009). À ce moment, le rorqual commun n'est observé qu'occasionnellement dans les eaux de la C.-B en comparaison avec les observations du rorqual à bosse lors des relevés en navire du MPO.

Le rorqual bleu est toujours relativement rare en C.-B. même à la suite de la clôture de la chasse à la baleine, mais il y a des signes d'un rétablissement de cette population du Pacifique Nord Est découlant du mouvement d'individus entre la Californie/Mexique et les anciennes aires d'alimentation dans les eaux de la C.-B./ Alaska en fin d'été (Burtenshaw *et al.* 2004; Calambokidis *et al.* 2009).

Le rorqual boréal a été observé seulement deux fois en C.-B. depuis 2004, malgré que, durant la période de la chasse à la baleine, 3,779 rorquals boréaux ont été capturés au large de la côte ouest de l'île de Vancouver, surtout durant les années 1960 (Gregr *et al.* 2000).

La baleine noire du Pacifique Nord est classée comme étant en voie de disparition et on n'en a pas vu une seule dans les eaux canadiennes du Pacifique depuis 1951, malgré que quelques observations ont été rapportées dans les régions adjacentes aux eaux canadiennes.

Concentrations d'oxygène océanique

Les scientifiques ont observé des concentrations extrêmement faibles d'oxygène dans les eaux littorales de la côte de l'Oregon en été depuis 2002 et en particulier en 2006. Par conséquent, durant ces étés, un grand nombre de crabes sont morts sur le fond de l'océan. Depuis 2002, de faibles concentrations d'oxygène (inférieures à 1 ml/L) ont aussi été observées sur la plate-forme continentale de la partie sud-ouest de l'île Vancouver avec des concentrations de 0.7 ml /L à une profondeur de 150 mètres en 2006 ainsi qu'en 2009, la plus faible concentration en 50 ans d'observation (Crawford RD2011, p47). Bien que de faibles concentrations d'oxygène aient été observées plus fréquemment depuis 2002, l'hypoxie sur la plate-forme canadienne est nettement moins sévère qu'au large de l'Oregon et de Washington, et aucune mortalité n'a encore été détectée chez les organismes qui vivent sur les fonds marins.

Acidification de l'océan

Un effet inquiétant du réchauffement climatique sur les océans est l'acidification de l'océan. On s'attend à ce que l'acidification des océans sera un problème important qui se répercutera sur nos eaux locales vers la fin du siècle. (Ianson, 2008).

L'augmentation en dioxyde de carbone induit une acidification progressive des océans globaux. La plupart du CO2 supplémentaire libéré par la combustion des combustibles fossiles est absorbée par l'océan, augmentant ainsi la concentration de carbone inorganique dissous (CID). L'océan Pacifique Nord est déjà considéré le plus acide des océans Pacifique, Atlantique et Indien, en vertu de ces eaux plus froides et fraîches par rapport à celles des autres océans. Actuellement, le pH de l'eau de mer a diminué d'environ 0.1, provoqué par l'accumulation dans l'océan de dioxyde de carbone anthropique et on prévoit qu'il diminuera encore de 0.4 d'ici 2050 (Orr et al. 2005). La baisse du pH (ainsi que la baisse concurrente de la concentration en

ions carbonate) menace fortement les organismes qui produisent des coquilles et des squelettes de calcite et d'aragonite, comme les ptéropodes, coraux, crustacés et mollusques.

De plus amples informations au sujet de cette tendance inquiétante sont offertes par la Société Royale (2005).

Cartographie de la côte de la C.-B.

Au cours des quelques dernières années, une équipe a entrepris une analyse approfondie des régions marines de la Colombie-Britannique ainsi que des terres adjacentes (Bodtker RD2011, p134). Ces produits incluent un atlas marin et informathèque en ligne (www.bcmca.ca/data) et divers rapports d'atelier produits pendant la collation et l'examen des données. (www.bcmca.ca/document-library/)

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion régionale sur les avis scientifiques du 23-24 février 2011 sur l'État de l'océan Pacifique en 2010 du Secrétariat canadien de consultation scientifique de Pêches et Océans Canada. Toute autre publication découlant de ce processus sera publiée lorsque disponible sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO à l'adresse suivante : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm

Toutes les références citées comme (Nom RD2011, pxxx) sont présentées dans ce document de recherche en tant que rapports séparés:

Crawford, W. R. et J. R. Irvine. 2011. État des ressources physiques et biologiques et de certaines ressources halieutiques des écosystèmes des eaux canadiennes du Pacifique en 2010. *Secrétariat canadien de consultation scientifique. Document de recherche* 2011/054 163 p. disponible à http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/science/psarc-ceesp/osrs/index-fra.htm

Les autres citations référencent les publications suivantes :

Burtenshaw, J.C., Oleson, E.M., Hildebrand, J.A., McDonald, M.A., Andrew, R.K., Howe, B.M. and Mercer J.A. 2004. Acoustic and satellite remote sensing of blue whale seasonality and habitat in the Northeast Pacific. *Deep-Sea Res.*, Part II. 51: 967-986

Borstad G., Crawford W., Hipfner J.M., Thomson R., Hyatt K., 2011. Environmental control of the breeding success of rhinoceros auklets at Triangle Island, British Columbia, *Marine Ecology Progress Series* 424, 285-302, doi:10.3354/meps08950. Full text in pdf format

Calambokidis, J., Barlow, J., Ford, J.K.B., Chandler, T.E., and Douglas, A.B. 2009. Insights into the population structure of blue whales in the eastern North Pacific from recent sightings and photographic identification. Mar. Mamm. Sci. 25: 816-832.

COSEPAC 2011. http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct1/searchform_f.cfm (consulté le 8 juillet 2011).

Gregr, E. J., Nichol, L., Ford, J. K. B., Ellis, G. and Trites, A. W., 2000. Migration and population structure of northeastern Pacific whales off coastal British Columbia: An analysis of commercial whaling records from 1908-1967. *Mar. Mamm. Sci.* 16(4): 699-727.

Ford, J.K.B., Rambeau, A.L. Abernethy, R.M., Boogaards, M.D., Nichol, L.M. and Spaven, L.D., 2009. Recovery Potential Assessment for Humpback whales Megaptera novaeangliae in Canada. *Canadian Science Advisory Secretariat. Res. Doc.* 2009/015, Ottawa, ON.

Hamme, R.C., Webley, P.W., Crawford, W.R., Whitney, F.A., DeGrandpre, M.D., Emerson, S.R., Eriksen, C.C., Giesbrecht, K.E., Gower, J.F.R., Kavanaugh, M.T., Peña, M.A., Sabine, C.L., Batten, S.D., Coogan, L.A., Grundle, D.S., Lockwood, D., 2010: Volcanic ash fuels anomalous plankton bloom in subarctic northeast Pacific. *Geophysical Research Letters*, 37, L19604, doi:10.1029/2010GL044629.

Ianson, Debby. 2008. Ocean acidification off the West Coast. Pages 37-38 in State of physical, biological, and selected fishery resources of Pacific Canadian marine ecosystems, edited by J. Irvine and B. Crawford, *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document* 2008-013, http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/ResDocs-DocRech/2008/2008_013-eng.htm

Irvine, J.R., Godbout, L., Brown, L., Borstad, G., Mackas, D., and Thomson, R. 2010. Do marine conditions in Queen Charlotte Sound limit the marine survival of Chilko Sockeye Salmon? Pg 132 in State of physical, biological, and selected fishery resources of Pacific Canadian marine ecosystems in 2009, edited by W. R. Crawford and J.R. Irvine.

Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2010-053, http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/ResDocs-DocRech/2010/2010_053-eng.htm

The Royal Society. 2005. http://royalsociety.org/Ocean-acidification-due-to-increasing-atmospheric-carbon-dioxide/

Les rapports des années précédentes depuis 1999 peuvent être consultés à:

Anglais: http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/science/psarc-ceesp/osrs/index-eng.htm

Français: http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/science/psarc-ceesp/osrs/index-fra.htm

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Communiquer avec:	Jim Irvine Station biologique du Pacifique Pêches et Océans Canada 3190, chemin Hammond Bay Nanaimo (C.-B.) V9T 6N7	Or	Bill Crawford Institut des sciences de la mer Pêches et Océans Canada C.P. 6000 Sidney (C.-B.) V8L 4B2
Téléphone :	250-756-7065	Téléphone :	250-363-6369
Télécopieur :	250-756-7138	Télécopieur:	250-363-6746
Courriel :	James.Irvine@dfo-mpo.ga.ca	Courriel :	Bill.Crawford@dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
Station biologique du Pacifique
3190, route Hammond Bay
Nanaimo, C.-B., V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208
Télécopieur : 250-756-7209
Courriel : CSAP@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs

ISSN 1919-5109 (imprimé)
ISSN 1919-5117 (en ligne)

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2010.

An English version is available upon request at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO. 2011. État de l'océan Pacifique 2010. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/032.